

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

AM

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3305104 A1

②1 Aktenzeichen: P 33 05 104.6  
②2 Anmeldetag: 15. 2. 83  
④3 Offenlegungstag: 16. 8. 84

⑤1 Int. Cl. 3:  
G 02 B 5/172  
G 02 B 5/176  
G 02 B 5/30

DE 3305104 A1

⑦1 Anmelder:

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt,  
DE

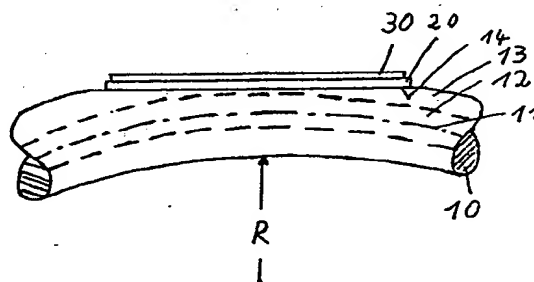
⑦2 Erfinder:

Petermann, Klaus, Dr.-Ing., 7900 Ulm, DE; Weidel,  
Edgar, 7913 Senden, DE

Argentinum

⑤4 Faseroptischer Polarisator

Die Erfindung betrifft einen faseroptischen Polarisator mit einem hohen Polarisationsgrad für einen einwelligen Lichtwellenleiter (Monomodefaser). Dieses wird erreicht durch eine tangential an den Lichtwellenleiter angeschliffene Oberfläche, auf die eine dielektrische Schicht und ein Metallfilm aufgedampft sind.



DE 3305104 A1

15.00.83

3305104

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
D-6000 Frankfurt 70

PTL-UL/Ja/rß  
UL 83/21

#### Patentansprüche

1. Faseroptischer Polarisator, bestehend aus einem ein-  
welligen Lichtwellenleiter mit einem Kern und einem Mantel  
der in einem Teilbereich eine tangential zum Kern liegende  
Oberfläche besitzt, die von einem Metallfilm überzogen  
05 ist, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Oberfläche  
(14) und dem Mantelfilm (30) mindestens eine dielektrische  
Schicht (20) angeordnet ist mit einer optischen Dicke, die  
in Kombination mit dem Metallfilm (30) eine wesentliche  
Dämpfung einer Polarisationsrichtung des  
10 Lichts erzeugt.
2. Polarisator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Oberfläche (14) entstanden ist durch im wesent-  
lichen tangentiales Anschleifen eines gekrümmten Licht-  
15 wellenleiters.

...

3. Polarisator nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Schicht (20) und/oder der Metallfilm (30) aufgedampft sind.

05 4. Polarisator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Schicht (20) Kalziumfluorid ( $\text{CaF}_2$ ) und/oder Magnesiumfluorid ( $\text{MgF}_2$ ) enthält.

10 5. Polarisator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Metallfilm (30) Aluminium enthält.

15 6. Polarisator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Schicht (20) einen Brechungsindex  $n_{20}$  besitzt gemäß der Formel

$$20 \quad n_{20}^2 \leq \frac{n_e^2}{1 + n_e^2 / (n'')^2}$$

25 bei der  $n''$  den Imaginärteil des Brechungsindex des Metallfilm(30) bezeichnet,  $n_e = \beta \cdot \lambda / (2\pi)$  den effektiven Ausbreitungsindex der Grundwelle des Lichts im Lichtwellenleiter,  $\beta$  bzw.  $\lambda$  die Ausbreitungskonstante bzw. die Wellenlänge der Grundwelle angibt.

30 7. Polarisator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Polarisationsgrad von mindesten 99,99% vorhanden ist.

...

150000

3305104

- 3 -

UL 83/21

8. Polarisator nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Schicht (20)  
eine Dicke 0,5µm besitzt.

05

10

15

20

25

30

...

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
D-6000 Frankfurt 70

PTL-UL/Ja/rB  
UL 83/21

### Beschreibung

#### "Faseroptischer Polarisator"

Die Erfindung betrifft einen faseroptischen Polarisator nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

05

Ein derartiger Polarisator ist bekannt aus der DE-OS 30 11 663. Derartige Polarisatoren lassen bei dem Lichtwellenleiter lediglich eine Polarisationsrichtung der Grundwelle des übertragenen Lichts passieren. Die Unterdrückung (Dämpfung) der nicht übertragenen Polarisationsrichtung wird gekennzeichnet durch den Polarisationsgrad des durchgelassenen, polarisierten Lichts. Derartige faseroptische Polarisatoren werden für vielfältige Anwendungen benötigt, z.B. für faseroptische Sensoren, für  
15 spezielle Komponenten der optischen Nachrichtentechnik,

...

wie z.B. für optische Richtungsleitungen, sowie für Anordnungen der kohärenten optischen Nachrichtentechnik.

Der bekannte faseroptische Polarisator besteht aus einem  
05 einwelligen Lichtwellenleiter, der auch Monomodefaser  
genannt wird, an dessen Mantel, tangential zum Kern, eine  
im wesentlichen ebene Oberfläche angeschliffen ist. Auf  
dieser Oberfläche ist ein Metallfilm aufgebracht. Dieser  
Polarisator besitzt in nachteiliger Weise lediglich einen  
10 geringen Polarisationsgrad.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen gattungsgemäßen  
Polarisator dahingehend zu verbessern, daß ein hoher Po-  
larisationsgrad erreichbar ist und daß ein derartiger  
15 Polarisator in wirtschaftlicher Weise herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die im kennzeichnenden  
Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale. Ausge-  
staltungen und Weiterbildungen sind den Unteransprüchen  
20 entnehmbar.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungs-  
beispiels unter Bezugnahme auf eine schematische Zeichnung  
näher erläutert. Die Figur zeigt einen Längsschnitt durch  
25 einen erfindungsgemäßen Polarisator.

Der dargestellte einwellige Lichtwellenleiter 10, z.B.  
eine Monomodefaser aus dotiertem und undotiertem Quarz-  
glas, besitzt eine Faserachse 11 (optische Achse), einen  
30 lichtführenden Kern 12 mit einem Durchmesser von ungefähr  
4µm - 10µm.

...



- und einen den Kern 12 umgebenden Mantel 13 mit einem Außendurchmesser von ungefähr 100 - 150µm. Der Lichtwellenleiter 10 ist in einem gekrümmten Zustand dargestellt mit einem Krümmungsradius R von ungefähr 1m. In diesem
- 05 Zustand ist an dem Lichtwellenleiter tangential eine im wesentlichen ebene Oberfläche 14 angeschliffen, die den Kern 12 zumindest berührt. Durch einen im Vakuum ausgeführten Aufdampfvorgang sind zumindest auf der Oberfläche 14 mindestens eine dielektrische Schicht 20 und mindestens
- 10 ein Metallfilm 30 entstanden. Der Abstand zwischen der Faserachse 11 und der Oberfläche 14 ist so gewählt, daß im Kern 12 geführtes Licht in die dielektrische Schicht 20 eingekoppelt wird.
- 15 Die Wirkungsweise der Erfindung beruht darauf, daß sich an der Grenzfläche zwischen der dielektrischen Schicht 20 und dem Metallfilm 30 eine Oberflächenwelle ausbildet. Diese Oberflächenwelle hat eine transversal-magnetische Polarisationskomponente (TM-Polarisation), die stark verlust-
- 20 behaftet ist. Wenn die Ausbreitungskonstante dieser Oberflächenwelle gerade gleich der Ausbreitungskonstante der Grundwelle des in dem einwelligen Lichtwellenleiter geführten Lichts entspricht, entzieht die Oberflächenwelle der TM-polarisierten Grundwelle sehr viel Energie, die im
- 25 Metallfilm 30 absorbiert wird, so daß dieser Vorgang schließlich zu einer nahezu vollständigen Absorption der TM-polarisierten Grundwelle führt. Lediglich die transversal-elektrische Polarisationskomponente (TE-Polarisation) der Grundwelle des Lichts wird nahezu verlustfrei
- 30 weitergeleitet, so daß die gewünschte Polarisatorwirkung entsteht.

...

In einem ungestörten Lichtwellenleiter breitet sich die Grundwelle des Lichts in axialer Richtung mit der Ausbreitungskonstanten  $\beta$  aus entsprechend dem Ausdruck  $\exp(-j\beta z)$  ( $z$  = axiale Koordinate). Dabei ist der Grundwelle  
 05 ein effektiver Brechungsindex  $n_e = \beta/k$  zugeordnet, mit der Wellenzahl  $k = 2\pi/\lambda$  des freien Raumes, d.h. dem Vakuum ( $\lambda$  = Wellenlänge des Lichts im Vakuum). Die Oberflächenwelle an der Grenzfläche zwischen der dielektrischen Schicht 20 und dem Metallfilm 30 hat dann die gleiche Ausbreitungskonstante, wenn der Brechungsindex  $n_{20}$  der dielektrischen  
 10 Schicht 20 gewählt wird gemäß der Formel

$$15 \quad n_{20}^2 \approx n_a^2 = \frac{n_e^2}{1 + n_e^2/(n'')^2},$$

bei der  $n''$  den Imaginärteil des komplexen Brechungsindex des Metallfilmes 30 bezeichnet.

20

Bei einer dünnen dielektrischen Schicht der Dicke  $0,5\mu\text{m}$  wird der Brechungsindex  $n_{20}$  kleiner als  $n_a$  gewählt.

25 In dem Ausführungsbeispiel ist ein Abstand von ungefähr  $5\mu\text{m}$  zwischen der Faserachse 11 und der Oberfläche 14 vorhanden. Die aufgedampfte dielektrische Schicht 20 aus  $\text{CaF}_2$  besitzt eine Dicke von  $0,15\mu\text{m}$  und einen Brechungsindex von  $n_{20} = 1,39$ . Der Metallfilm 30 besteht aus aufgedampftem  
 30 Aluminium. Dieser Al-Metallfilm besitzt bei Licht mit einer Vakuum-Wellenlänge  $\lambda = 0,85\mu\text{m}$  einen Imaginärteil

...

$n'' = 7,15$  des Brechungsindex, so daß sich bei einem effektiven Brechungsindex  $n_e = 1,456$  der Grundwelle in einer Quarzglasfaser  $n_a = 1.427$  ergibt.

- 05 Bei einer Schichtdicke der Schicht 20 von nur  $0,15\mu\text{m}$  sollte  $n_{20}$  etwas kleiner sein, so daß  $n_2 = 1.39$  eine gute Wahl darstellt.

Ein derartiger Polarisator besitzt eine TE-Dämpfung von  
10 weniger als 1dB und eine TM-Dämpfung von mehr als 40 dB, was einem Polarisationsgrad von besser als 99,99% entspricht.

Die Erfindung ist nicht auf das Ausführungsbeispiel be-  
15 schränkt, sondern ist auf weitere Ausführungsbeispiele anwendbar, z.B. auf einen Lichtwellenleiter, dessen lichtführender Kern bezüglich der Faserachse so exzentrisch angeordnet ist, daß auf ein Anschleifen der Oberfläche verzichtet werden kann.

20

25

30

...

3305104

q

1/1

Nummer:

33 05 104

Int. Cl.3:

G 02 B 5/172

Anmeldetag:

15. Februar 1983

Offenlegungstag:

16. August 1984

